



10/616.585

0209015-  
②  
12.09.03

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le \*

08 JUIL, 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*02

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 010801

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE LIEU N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 0209018 I.N.P.I. RENNES 17 JUL. 2002		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET REGIMBEAU Espace Performance Bâtiment K 35769 SAINT-GREGOIRE CEDEX	
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) 239764/D.20182R			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> "Procédé de transfert de couche"			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suit »	
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b>		<input type="checkbox"/> <b>Personne morale</b> <input type="checkbox"/> <b>Personne physique</b>	
Nom ou dénomination sociale		S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		3 8 4 7 1 1 9 0 9	
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	Parc Technologique des Fontaines Chemin des Franques	
	Code postal et ville	3 8 1 9 0 BERNIN	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE  
page 2/2

**BR2**

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU <b>0209018</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI <b>IN.P.I. RENNES</b> <b>17 JUIL. 2002</b>	DB 540 @ W / 010801
<b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i>		239764/D.20182R	
<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>			
Nom		BRANGER	
Prénom		Jean-Yves	
Cabinet ou Société		CABINET REGIMBEAU	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	Espace Performance Bâtiment K	
	Code postal et ville	[3 5 17 16 10] SAINT-GREGOIRE	
	Pays	FRANCE	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		02 23 25 26 50	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		02 23 25 26 59	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		<b>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</b>	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : <b>Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'Inventeur(s)</b>	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		<b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b>	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance <i>(en deux versements)</i>		<b>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</b> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		<b>Uniquement pour les personnes physiques</b> <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention <i>(joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence)</i> : AG [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> <b>(Nom et qualité du signataire)</b> BRANGER Jean-Yves Mandataire CPI N° 92-4010		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>	



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° 1.../1...



Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES  
DATE

LIEU

N° D'ENREGISTREMENT  
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 @ W / 010702

**Vos références pour ce dossier (facultatif)**

239764/D20182R

### 4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

### 5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ Personne morale☐ Personne physiqueNom  
ou dénomination sociale

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

Prénoms

Forme juridique

Etablissement public de caractère scientifique, technique et industriel

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile  
ou  
siège

Rue

31-33 rue de la Fédération

Code postal et ville

75752 PARIS

Pays

FRANCE

Nationalité

FRANCAISE

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

### 5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☐ Personne morale☐ Personne physiqueNom  
ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile  
ou  
siège

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

**11 SIGNATURE DU DEMANDEUR  
OU DU MANDATAIRE  
(Nom et qualité du signataire)**
**VISA DE LA PRÉFECTURE  
OU DE L'INPI**

La présente invention concerne un procédé amélioré de transfert d'une couche de matériau issue d'un substrat source, sur un substrat support, au cours de la fabrication de substrats composites notamment pour  
5 l'optique, l'opto-électronique ou l'électronique.

De nouvelles techniques ont récemment été développées pour permettre le transfert d'une couche d'un matériau, notamment semi-conducteur, "processée" ou non, issue d'un premier substrat, dit substrat "source",  
10 sur un second substrat, dit substrat "support".

Le terme "couche "processée" désigne une couche de matériau ayant subi certaines étapes ou toutes les étapes d'un procédé technologique permettant de former des composants électroniques.

15 Ces techniques de transfert utilisent comme substrat source, un substrat fragilisé par implantation d'espèces atomiques, un substrat présentant une zone poreuse enterrée ou un substrat à deux couches collées l'une contre l'autre à l'aide d'une interface de collage  
20 dont l'énergie de collage est contrôlée.

Ces techniques vont maintenant être décrites rapidement en faisant référence aux figures 1 à 3 jointes.

Le substrat source 1 fragilisé par l'une des  
25 techniques mentionnée ci-dessus est mis en contact avec un substrat support 2 de façon à former un empilement, puis l'on procède au détachement de la couche à transférer 11 du reste 12 du substrat source, le long de la zone de fragilisation 13 de ce substrat, par exemple  
30 par l'application de contraintes d'origine mécanique.

Ces contraintes d'origine mécanique sont généralement des contraintes de traction et/ou de flexion et/ou de cisaillement.

Elles peuvent être appliquées, par exemple, par un bâti de traction, par une lame telle qu'une guillotine introduite sur le côté de l'empilement précité, au niveau de la zone de fragilisation 13 ou par  
5 un jet de fluide (liquide ou gaz) appliqué latéralement au niveau de cette même zone de fragilisation.

L'application de ces contraintes mécaniques permet de favoriser la propagation d'une fissure au niveau de la zone de fragilisation 13.

10 Lorsque les deux substrats 1 et 2 sont appliqués l'un contre l'autre par adhésion moléculaire, c'est à dire sans l'utilisation de colle ou d'un film adhésif, le transfert de la couche à reporter 11 est possible si la tenue mécanique de cette couche 11 sur le  
15 substrat source 1 est largement inférieure à la tenue mécanique de cette couche 11 sur le substrat support 2.

Par contre, cette condition n'est plus respectée si l'on utilise de la colle, car le volume exact de colle déposé est difficile à contrôler. Comme  
20 on peut le voir sur la figure 2, il se produit alors bien souvent des débordements 30 de colle 3 sur les chants 10, 20 (ou bords latéraux) respectifs des substrats 1, 2, de sorte que la périphérie de la zone de fragilisation 13 débouchant au niveau du chant 10 du  
25 substrat source 1 se retrouve masquée.

Il est alors très difficile de conduire correctement le détachement de la couche 11 à transférer, par l'application de contraintes mécaniques.

L'effort mécanique à appliquer devient très  
30 important, ce qui peut conduire au clivage des substrats et notamment du substrat support 2, selon des lignes de fracture 21 qui ne s'étendent plus dans le plan de la zone de fragilisation 13, mais de façon aléatoire et donc imprévisible dans l'épaisseur de ce substrat 2  
35 (voir figure 3).

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients et notamment d'améliorer les procédés mécaniques de report de couches, afin d'éviter qu'un excédent de la matière déposée au niveau de l'interface de collage entre un substrat source et un substrat support ne masque le bord d'attaque de la zone de fragilisation.

Ce but est atteint à l'aide d'un procédé de transfert d'une couche de matériau issue d'un substrat source, sur un substrat support, pour la fabrication d'un substrat composite pour des applications dans les domaines de l'électronique, l'optique ou l'optoélectronique, ledit substrat source présentant une zone de fragilisation intercalée entre la couche de matériau à transférer et le reste dudit substrat source, ce procédé comprenant au moins les étapes consistant à :

- déposer un apport de matière, sur l'une des faces, dite « face avant » du substrat source ou sur la face avant du substrat support ou sur les deux,
- appliquer ledit substrat source et ledit substrat support l'un contre l'autre, leurs faces avant respectives étant en regard l'une de l'autre, et
- détacher ladite couche à transférer du reste du substrat source, le long de la zone de fragilisation, par application d'une contrainte d'origine mécanique.

Conformément à l'invention, avant l'étape de dépôt de la matière, on ménage à l'intérieur d'au moins l'un des deux substrats, au moins un évidement de réception de l'excédent de matière apportée, cet évidement débouchant sur la face avant du substrat à l'intérieur duquel il est ménagé.

Selon d'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de l'invention prises seules ou en combinaison :

- ledit évidement communique avec la face arrière du substrat dans lequel il est ménagé ;



- l'évidement présente la forme d'une rainure annulaire débouchant sur la face avant du substrat dans lequel elle est ménagée ;
  - l'évidement peut être réalisé par gravure humide, par gravure sèche, par un usinage mécanique à l'aide d'une scie ou d'un faisceau laser ;
  - la zone de fragilisation est formée par implantation d'espèces atomiques ou est formée d'une couche poreuse ou d'une interface de collage démontable ;
  - l'évidement prévu dans le substrat source est réalisé avant l'étape d'implantation d'espèces atomiques ;
  - la couche à transférer est constituée d'un matériau semi-conducteur ;
  - la matière apportée est de la colle ou un matériau adhésif.
- D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préféré de l'invention. Cette description est faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :
- les figures 1 à 3 sont des schémas illustrant les différentes étapes d'un procédé de transfert de couche selon l'état de la technique,
  - les figures 4 à 7 sont des schémas illustrant les différentes étapes d'un premier mode de réalisation du procédé de transfert de couche conforme à l'invention,
  - les figures 8 à 11 sont des schémas illustrant les différentes étapes d'une variante du premier mode de réalisation du procédé représenté sur les figures 4 à 7,
  - et la figure 12 est un schéma illustrant une étape d'un second mode de réalisation du procédé de transfert de couche conforme à l'invention.

Les figures précitées sont des schémas sur lesquels les différentes couches, leurs épaisseurs ou les évidements qui y sont ménagés ne sont pas représentés à l'échelle, les caractéristiques que l'on  
5 souhaitait décrire plus précisément ayant volontairement été agrandies à des fins de clarification.

Dans la suite de la description, les différents substrats décrits sont considérés comme ayant la forme d'un disque ou d'un cylindre, car c'est la  
10 forme qu'ils présentent le plus couramment, toutefois, cette caractéristique n'est pas limitative et ces substrats pourraient présenter d'autres formes.

L'invention s'inscrit dans le cadre d'un procédé de transfert d'une couche de matériau 41 issue  
15 d'un substrat source 4, sur un substrat support 5, au cours de la fabrication d'un substrat composite pour des applications dans les domaines de l'électronique, de l'optique ou de l'optoélectronique, (voir figure 4). Le terme « composite » signifie que ce substrat présente  
20 plusieurs couches.

Dans la suite de la description et des revendications, les termes « substrat source » et substrat support » doivent être interprétés comme englobant aussi bien un substrat unique en un matériau  
25 donné qu'un empilement de couches de matériaux dont les natures sont éventuellement différentes.

Le substrat source 4 présente un chant latéral cylindrique 40, une face 44, dite "face avant" et une face opposée 45, dite "face arrière".

30 De plus, ce substrat source 4 présente intérieurement une zone 43, dite "zone de fragilisation".

Le terme "zone de fragilisation" désigne d'une manière générale une zone fragile du substrat source 4,  
35 le long de laquelle les deux couches situées de part et

d'autre se détacheront plus facilement l'une de l'autre ultérieurement.

Ainsi, la zone de fragilisation 43 peut par exemple être une zone obtenue par implantation d'espèces atomiques à l'intérieur du substrat source 4. Dans ce cas, cette zone 43 est intercalée entre une couche de matériau 41 qui sera ultérieurement transférée et le reste 42 dudit substrat source, cette couche 41 et le reste 42 étant réalisés dans le même matériau. La couche à transférer 41 s'étend entre ladite face avant 44 et la zone de fragilisation 43.

Lorsque la zone de fragilisation 43 est obtenue par implantation d'espèces atomiques, celle-ci s'effectue depuis la face avant 44 du substrat source 4.

Par implantation d'espèces atomiques, on entend tout bombardement d'espèces atomiques, moléculaires ou ioniques, susceptible d'introduire ces espèces dans un matériau, à une certaine profondeur par rapport à la surface bombardée 44, avec un maximum de concentration de ces espèces à cette profondeur, cette dernière étant déterminée par l'énergie d'implantation de ces espèces.

L'implantation des espèces atomiques dans ledit substrat source 4 peut être réalisée par exemple grâce à un implantateur par faisceau d'ions ou un implantateur par immersion dans un plasma.

De préférence, cette implantation est réalisée par bombardement ionique. De préférence, l'espèce ionique implantée est de l'hydrogène. D'autres espèces ioniques peuvent avantageusement être utilisées seules ou en combinaison avec l'hydrogène, telles les gaz rares (l'hélium par exemple).

On pourra par exemple se référer à la littérature concernant le procédé connu sous la marque déposée "Smart-Cut".

La zone de fragilisation 43 peut également être constituée par une couche poreuse, obtenue par exemple par le procédé connu sous la marque déposée "ELTRAN" de la société Canon, décrit notamment dans le document EP-0 849 788.

Dans ce cas, le substrat source 4 est constitué d'un empilement de couches comprenant au moins une couche de matériau 41 obtenue par reprise d'épitanie sur une couche poreuse 43, cette dernière reposant sur le reste 42 du substrat source, le terme « reste » désignant alors une couche unique de matériau.

La zone de fragilisation 43 peut également être constituée d'une interface de collage dite « démontable », intercalée entre la couche 41 à reporter et le reste 42 constitué d'une ou plusieurs couches. Le terme « démontable » signifie que le collage n'est pas définitif, de sorte que le détachement de la couche 41 du reste 42 peut être réalisé ultérieurement.

De façon similaire à ce qui vient d'être décrit pour le substrat source 4, le substrat support 5 présente un chant latéral cylindrique 50, une face avant 54 et une face arrière 55.

Ce substrat support 5 a un rôle de tenue mécanique de l'ensemble.

Le substrat source 4 et le substrat support 5 sont destinés à être appliqués l'un contre l'autre dans les étapes ultérieures du procédé par leurs faces avant 44 et 54 respectives.

Conformément à l'invention, avant de procéder au dépôt de la matière référencée 6, comme cela sera décrit ultérieurement, on ménage à l'intérieur d'au moins l'un des deux substrats 4 et 5, (voire des deux), au moins un évidement débouchant sur la face avant de celui-ci (ou de ceux-ci).

Comme illustré sur les figures, cet évidement est destiné à recueillir l'excédent de la matière 6

déposée entre les faces avant 44, 54 respectives des deux substrats 4 et 5.

Dans le premier mode de réalisation de l'invention illustré sur les figures 4 à 7, cet  
5 évidemment est réalisé à l'intérieur du substrat support 5 et débouche sur la face avant 54. Il porte dans ce cas, la référence numérique 56.

Cet évidement 56 peut présenter une forme quelconque. De façon avantageuse, il s'agit par exemple  
10 d'une rainure annulaire située au voisinage de la périphérie du substrat 5.

Les dimensions de cet évidement 56, c'est à dire sa largeur, sa longueur et sa profondeur seront choisies par l'homme du métier de façon appropriée en  
15 fonction du volume excédentaire de matière 6 que l'on souhaite pouvoir y recevoir.

Cet évidement 56 a pour but de créer un espace tampon qui puisse recueillir un éventuel excédent de matière 6 dû par exemple au fait que le volume de  
20 matière ajoutée 6 n'est pas reproductible d'un substrat à l'autre. Le volume de l'évidement 56 correspondra ainsi généralement à environ 10 à 20 % du volume total de la matière 6 ajoutée.

Par ailleurs, dans les procédés où l'on dépose  
25 un volume constant de matière, (à l'aide d'une seringue par exemple), il devient possible grâce à l'invention d'introduire successivement dans la chaîne de fabrication, des substrats dont les diamètres varient légèrement, sans avoir à modifier le volume de matière  
30 déposé.

Cet évidement 56 peut être réalisé de différentes façons et notamment par des procédés dits "procédés à froid", c'est à dire effectués à une température inférieure à environ 400°C ou par des  
35 procédés dits "à chaud", c'est-à-dire des procédés qui entraînent un échauffement du substrat à des

températures supérieures à 400°C, mais cet échauffement étant localisé à l'endroit où l'on effectue la gravure.

Les procédés à froid sont la gravure humide et la gravure sèche.

5            La gravure humide consiste à appliquer un masque sur la face avant 54 du substrat support 5. Ce masque, obtenu par photolithographie, reproduit le dessin de l'évidement 56 que l'on souhaite réaliser. A titre d'exemple, le masque peut être réalisé à l'aide  
10 d'une résine photosensible, d'une couche d'oxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ) ou d'une couche de nitrure de silicium ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ).

On plonge ensuite le substrat ainsi préparé dans un bain de gravure constitué d'une solution  
15 chimique appropriée, maintenu à une température voisine de 70°C, tout en protégeant la face arrière 55 dudit substrat support 5.

Ce bain de gravure attaque sélectivement la partie non protégée de la face avant 54 et permet la  
20 gravure de l'évidement 56. Le temps pendant lequel on laisse le substrat 5 en contact avec ce bain de gravure détermine la profondeur de la gravure effectuée.

A titre d'exemple, lorsque l'on souhaite graver du silicium et que le masque est réalisé en  $\text{SiO}_2$   
25 ou en  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , on peut utiliser comme bain de gravure soit de la potasse (KOH), soit du tétraméthyl hydroxylamine (TMAH). En effet, ces deux solutions chimiques permettent une très grande sélectivité entre le silicium et le  $\text{SiO}_2$  ou le  $\text{Si}_3\text{N}_4$ .

30            A l'issue de la gravure, le masque doit être enlevé. A titre d'exemple, on peut utiliser pour ce faire un solvant lorsque le masque est à base de résine ou une solution d'acide fluorhydrique (HF) (pour un masque en  $\text{SiO}_2$ ) ou de l'acide phosphorique ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) à  
35 180°C (pour un masque en  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ).

La gravure sèche est également effectuée à travers un masque appliqué sur la face avant 54 du substrat 5. Ce masque pourra être réalisé comme précédemment pour la gravure humide.

5 La gravure sèche est ensuite effectuée par un bombardement ionique qui associe l'action balistique des ions avec leur action chimique.

Un exemple de procédé utilisé pour la gravure sèche est le procédé connu sous l'acronyme « RIE », de 10 l'expression anglosaxonne « Reactive Ion Etching », qui signifie « gravure ionique réactive ». Les composés chimiques utilisés pour ce bombardement dépendent fortement de la nature chimique de la couche à graver. A titre d'exemple, le silicium est gravé avec de 15 l'hexafluorure de soufre  $\text{SF}_6$ , le carbure de silicium avec un mélange d'hexafluorure de soufre et d'oxygène ( $\text{SF}_6/\text{O}_2$ ), l'oxyde de silicium avec un mélange d'hexafluorure de soufre et d'oxygène ( $\text{SF}_6/\text{O}_2$ ) ou avec un mélange de trifluorométhane et d'hexafluorure de 20 soufre ( $\text{CHF}_3/\text{SF}_6$ ), et le nitrure de silicium est gravé à l'aide d'un mélange de trifluorure de méthane/oxygène/hexafluorure de soufre ( $\text{CHF}_3/\text{O}_2/\text{SF}_6$ ).

La gravure obtenue pourra varier en fonction des différents paramètres utilisés tels que la tension 25 appliquée ou la pression à l'intérieur de l'enceinte dans laquelle est effectué ce procédé.

A la différence de la gravure humide, il n'est pas nécessaire de protéger la face arrière du substrat avant la gravure. Il s'agit d'une gravure monoface.

30 Le masque utilisé est ensuite éliminé comme décrit précédemment pour la gravure humide.

Les procédés à chaud sont l'usinage mécanique effectué par exemple à l'aide d'une scie ou d'un laser. L'avantage de ce type de technique est de ne pas avoir à 35 protéger ni la face avant ni la face arrière du substrat.

L'usinage mécanique peut être effectué à l'aide d'une scie, par exemple en carbure de silicium, qui permet d'obtenir des rainures d'environ 100  $\mu\text{m}$ .

L'usinage peut également être réalisé à l'aide  
5 d'un faisceau laser qui va chauffer le matériau jusqu'à le faire fondre. Cette technique permet d'automatiser l'usinage et de former une série de segments de découpe. Toutefois la matière fondue a souvent tendance à se redéposer sur les bords en formant des bourrelets, de  
10 sorte qu'il est alors nécessaire des les éliminer par une attaque chimique. Ceci suppose alors une protection des zones actives.

A l'issue de la formation de l'évidement 56, on dépose la matière 6 soit sur la face avant 44 du  
15 substrat source 4, (comme illustré sur la figure 5), soit sur la face avant 54 du substrat support 5, soit sur les deux faces avant. Bien entendu, dans le deuxième et le troisième cas, le dépôt sur la face avant 54 est effectué après la formation de l'évidement 56.

20 Cette matière 6 peut être de la colle (par exemple une colle époxyde ou cyanoacrylate) ou un composé adhésif, c'est-à-dire un composé liquide ou solide susceptible d'être appliqué ou déposé sur les substrats 4 ou 5 et permettant de les faire adhérer l'un  
25 à l'autre. A titre d'exemple d'un tel composé adhésif, on citera les polyimides, la cire ou le produit connu sous l'acronyme « SOG », d'après la terminologie anglosaxonne « Spin On Glass », c'est-à-dire un oxyde liquide déposé par centrifugation.

30 On applique ensuite les deux substrats l'un sur l'autre de façon que ladite couche de matière 6 soit intercalée entre leurs faces avant respectives 44 et 54 et l'on presse les deux substrats 4 et 5 l'un contre l'autre (voir figure 6). Ceci a pour effet de faire  
35 pénétrer l'excédent de matière 6 éventuel à l'intérieur



de l'évidement 56, en évitant que la matière 6 ne déborde en direction des chants 40 et 50.

Enfin, on détache la couche à transférer 41, du reste 42 du substrat source 4, le long de la zone de fragilisation 43, par application d'une contrainte d'origine mécanique, (voir figure 7).

Cette contrainte est par exemple une contrainte de traction et/ou de flexion et/ou de cisaillement.

10 Cette contrainte peut être appliquée, par exemple, par un bâti de traction, par une lame telle qu'une guillotine introduite sur le chant 40 du substrat source 4 au niveau de la zone de fragilisation 43, ou par un jet de fluide (liquide ou gaz) appliqué  
15 latéralement au niveau de cette même interface.

A titre d'exemple, on pourra se reporter aux documents FR 2 796 491 et EP 0 849 788 qui décrivent des procédés de détachement de deux couches l'une de l'autre, respectivement à l'aide d'un jet de gaz (air)  
20 et d'un jet de liquide (eau).

Le détachement s'effectue horizontalement le long de la zone de fragilisation 43 et verticalement à l'aplomb ou sensiblement à l'aplomb de la limite extérieure de la couche de matière 6.

25 Selon une deuxième variante de réalisation du procédé de l'invention, il est également possible de ménager l'évidement de réception de l'excédent de matière 6 sur la face avant 44 du substrat source 4.

Cet évidement porte alors la référence  
30 numérique 46 et le procédé correspondant est illustré sur les figures 8 à 11. Hormis la position de l'évidement, les étapes successives du procédé représentées sur ces figures sont similaires aux figures 4 à 7, et leur description ne sera pas reprise en  
35 détail.

Toutefois, dans ce cas particulier, on évitera l'utilisation du laser pour former l'évidement 46, car des couches métalliques par exemple ou une couche fragilisée obtenue par un procédé d'implantation d'espèces atomiques risqueraient de ne pas supporter l'échauffement localisé provoqué par le laser.

En outre, si l'usinage est réalisé par un procédé à chaud (usinage mécanique) et si la zone de fragilisation 43 est obtenue par implantation d'espèces atomiques, alors cet évidement 46 sera formé avant l'étape d'implantation d'espèces atomiques, pour éviter que l'élévation localisée de la température ne provoque le détachement de la couche 41 du reste 42 du substrat 4.

En outre, lorsque la face avant 44 est une surface "processée", la gravure sera réalisée au niveau des chemins de découpe (zones non actives de la face avant 44), pour limiter la perte de surface.

De plus, on notera que la profondeur de l'évidement 46 est au moins égale à la profondeur à laquelle se situe la zone de fragilisation 43, (ce qui correspond à l'épaisseur de la couche à reporter 41).

Enfin, il est également possible de prévoir simultanément des évidements 46 et 56 respectivement sur les deux faces avant des substrats 4 et 6. Ceci permet d'augmenter encore le volume disponible pour recueillir l'excédent de matière 6.

La figure 12 illustre un deuxième mode de réalisation de l'évidement de réception de l'excédent de matière 6. Sur cette figure, le substrat source 4 et le substrat support 5 sont représentés appliqués l'un contre l'autre.

Selon ce mode de réalisation, l'évidement ménagé dans un substrat communique avec la face arrière de celui-ci par l'intermédiaire d'un canal.

A des fins de simplification des schémas, on a choisi arbitrairement de représenter une première variante de réalisation de ce canal sur le substrat support 5 et une seconde variante sur le substrat source 4, toutefois, l'inverse est également possible.

Selon la première variante, l'évidement 56 de forme quelconque débouchant sur la face avant 54 communique avec la face arrière 55 du substrat 5 par un canal 57 reliant un point quelconque de son fond à ladite face arrière.

Selon la seconde variante, l'évidement est uniquement constitué par un canal 47 traversant le substrat source 4 de part en part.

Comme évoqué précédemment, il est également possible de réaliser des évidements et des canaux simultanément dans le substrat source 4 et dans le substrat support 5 que l'on applique l'un contre l'autre.

Ces canaux 47, 57 sont formés par les mêmes techniques que celles utilisées pour la formation des évidements 46, 56 et de préférence, par des techniques de gravure humide ou sèche qui permettent d'effectuer une gravure plus profonde.

Un tel canal 47 ou 57 permet à l'excédent de matière 6 d'être évacué au niveau des faces arrières 45, 55 des substrats. Le canal étant un volume ouvert vers l'extérieur, ceci autorise une plus grande variation du volume de matière 6 appliqué.

Ce procédé s'applique à des substrats 4,5 en matériaux divers, notamment semi-conducteurs, utilisés dans le domaine de l'optique, l'électronique et l'opto-électronique.

On citera par exemple le silicium, le germanium, le carbure de silicium (SiC), ou des matériaux III-V, c'est-à-dire des composés dont l'un des éléments appartient à la colonne IIIa de la

classification périodique des éléments et l'autre à la colonne Va, par exemple l'arséniure de gallium (AsGa), ou le phosphure d'indium (InP).

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de transfert d'une couche de matériau (41) issue d'un substrat source (4), sur un substrat support (5), pour la fabrication d'un substrat composite pour des applications dans les domaines de l'électronique, l'optique ou l'optoélectronique, ledit substrat source (4) présentant une zone de fragilisation (43) intercalée entre la couche de matériau à transférer (41) et le reste (42) dudit substrat source, ce procédé comprenant au moins les étapes consistant à :
- 10 - déposer un apport de matière (6), sur l'une des faces (44), dite « face avant » du substrat source (4) ou sur la face avant (54) du substrat support (5) ou sur les deux,
  - appliquer ledit substrat source (4) et  
15 ledit substrat support (5) l'un contre l'autre, leurs faces avant respectives (44, 54) étant en regard l'une de l'autre, et
  - détacher ladite couche à transférer (41) du reste (42) du substrat source (4), le long de la zone de  
20 fragilisation (43), par application d'une contrainte d'origine mécanique,
- caractérisé en ce qu'avant l'étape de dépôt de la matière (6), on ménage à l'intérieur d'au moins l'un des deux substrats (4, 5), au moins un évidement  
25 (46, 47 ; 56, 57) de réception de l'excédent de matière apportée (6), cet évidement débouchant sur la face avant (44, 54) du substrat (4, 5) à l'intérieur duquel il est ménagé.
- 30 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit évidement (46, 47 ; 56, 57) communique avec la face arrière (45, 55) du substrat (4, 5) dans lequel il est ménagé.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'évidement (46, 56) présente la forme d'une rainure annulaire débouchant sur la face avant (44, 54) du substrat (4, 5) dans lequel elle est  
5 ménagée.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'évidement (46, 47 ; 56, 57) est réalisé par gravure  
10 humide.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'évidement (46, 47 ; 56, 57) est réalisé par gravure sèche.  
15

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'évidement (46, 47 ; 56, 57) est réalisé par un usinage mécanique à l'aide d'une scie ou d'un faisceau laser.  
20

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone de fragilisation (43) est formée par implantation d'espèces atomiques.

25 8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone de fragilisation (43) est formée d'une couche poreuse.

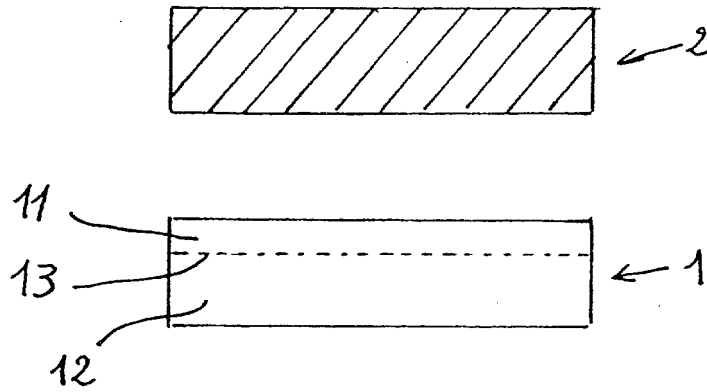
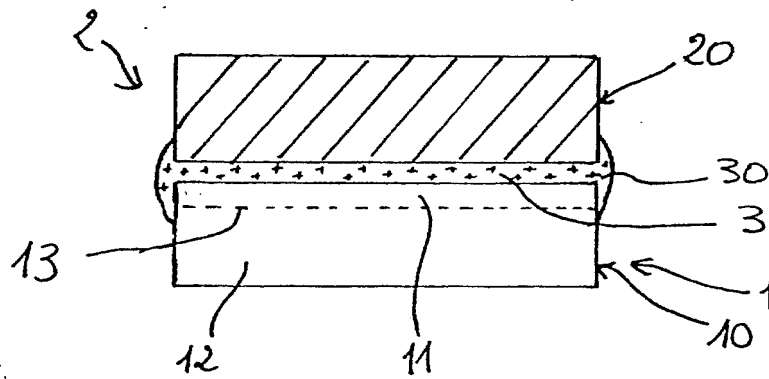
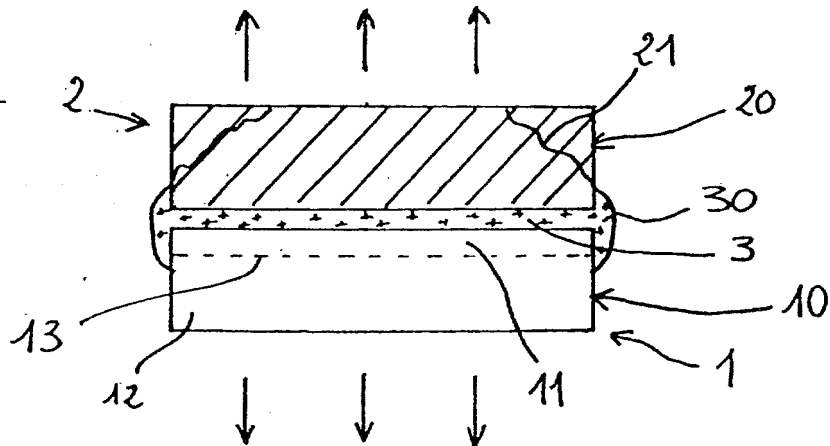
9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone de fragilisation (43) est formée d'une interface de collage démontable.  
30

10. Procédé selon les revendications 6 et 7, caractérisé en ce que l'évidement (46, 47) prévu dans le substrat source (4) est réalisé avant l'étape d'implantation d'espèces atomiques.  
35

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche à transférer (41) est constituée d'un matériau  
5 semi-conducteur.

12. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière apportée (6) est de la colle ou un matériau adhésif.

1/4

FIG.1FIG.2FIG.3



1 / 4

FIG.1

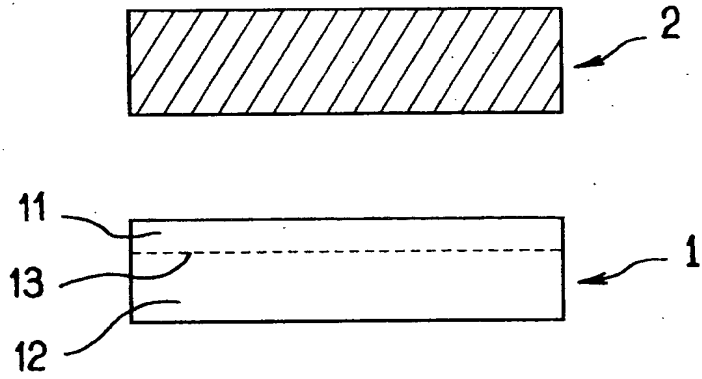


FIG.2

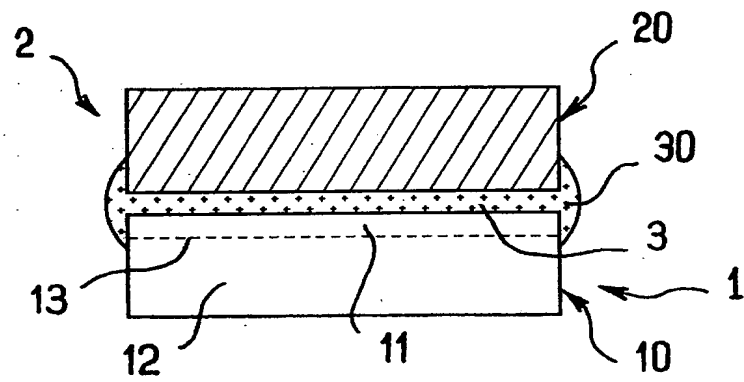
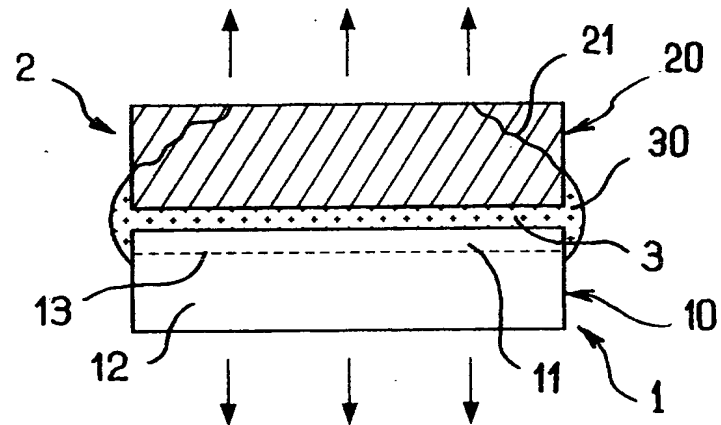
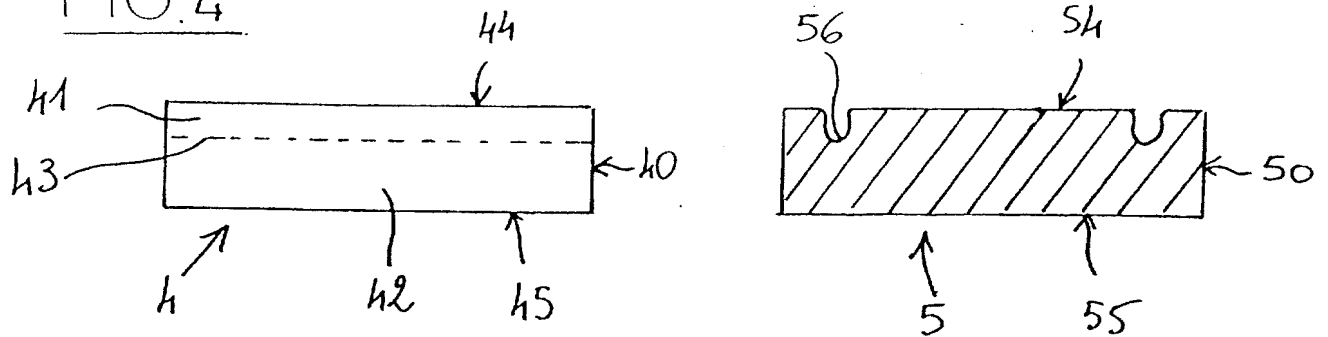
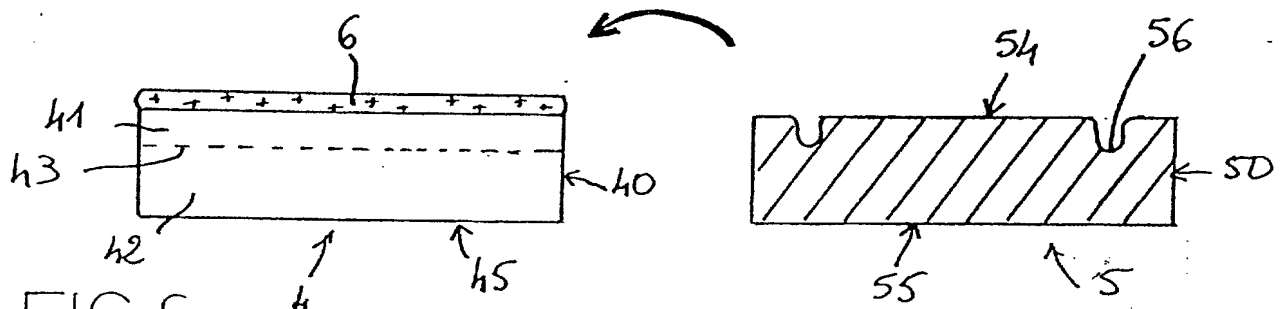
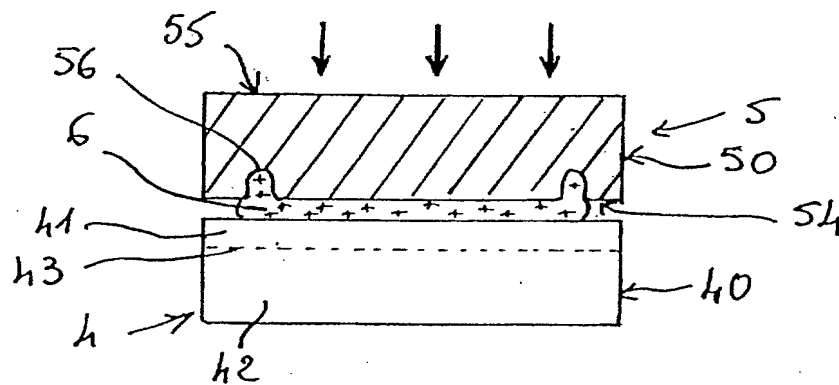
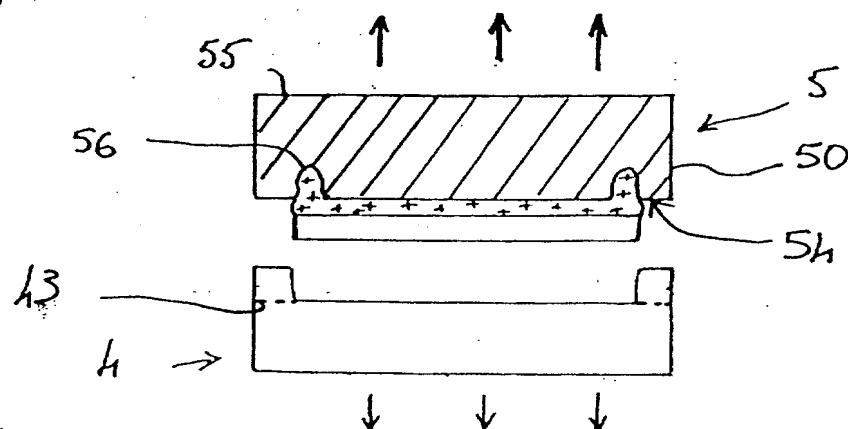


FIG.3



2/4

FIG.4FIG.5FIG.6FIG.7

2 / 4

FIG. 4

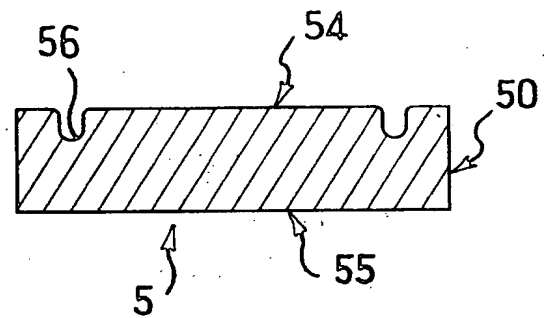
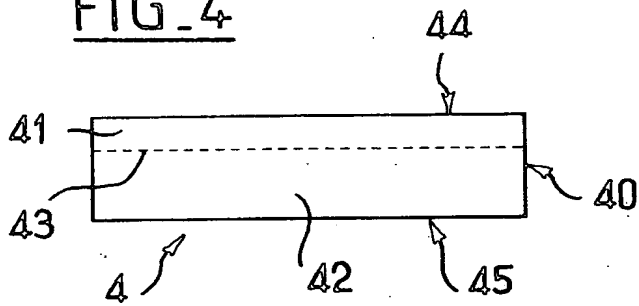


FIG. 5

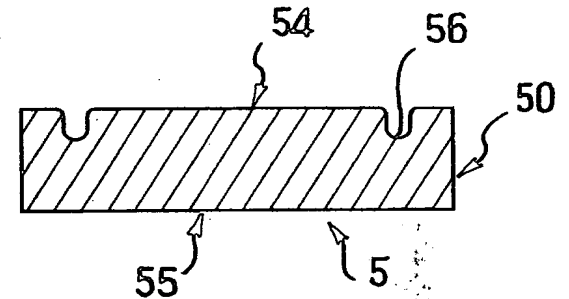
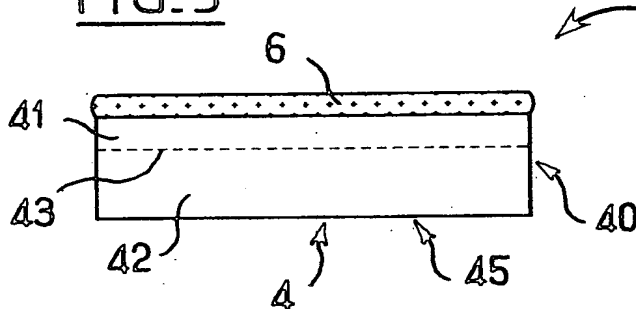


FIG. 6

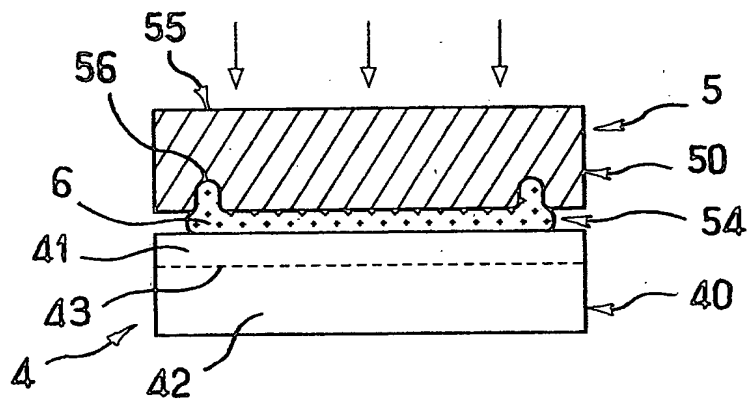
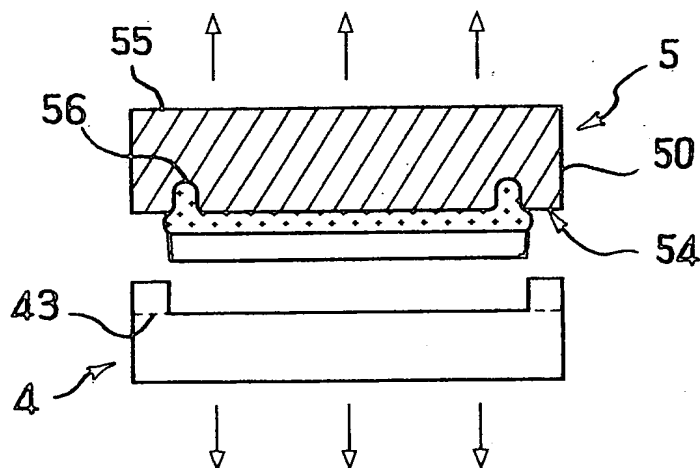


FIG. 7



3/4

FIG 8

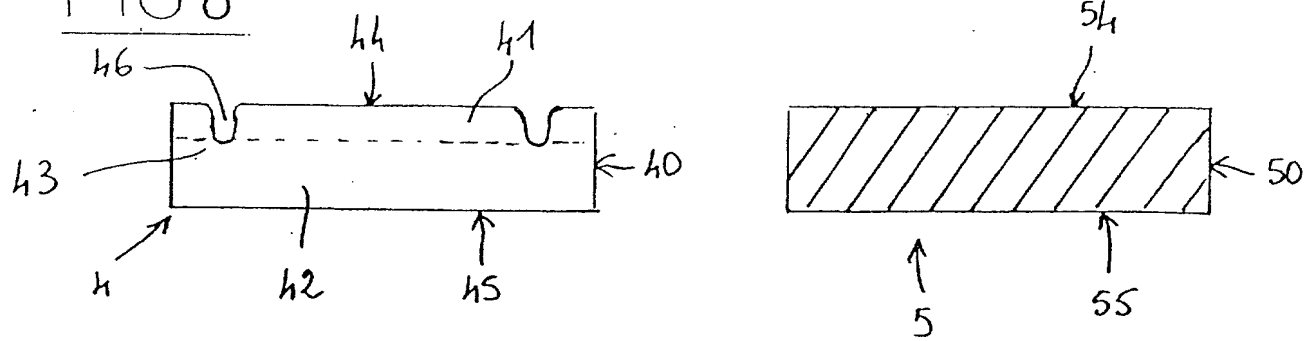


FIG 9

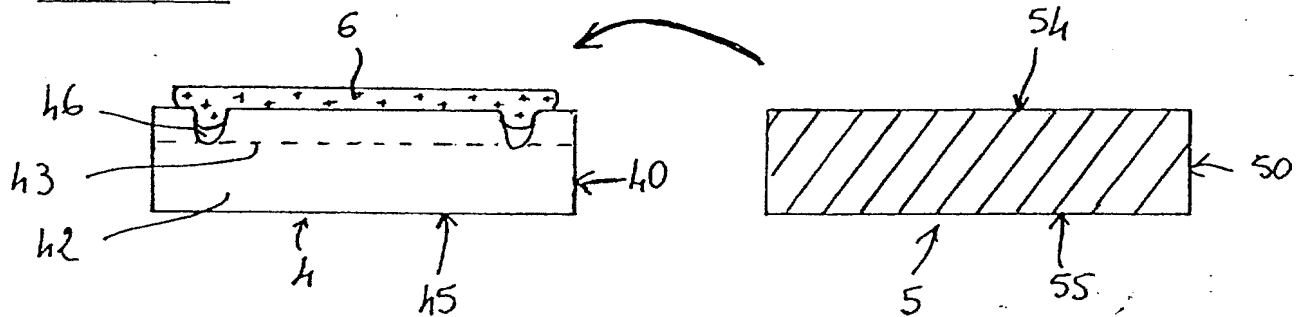


FIG 10

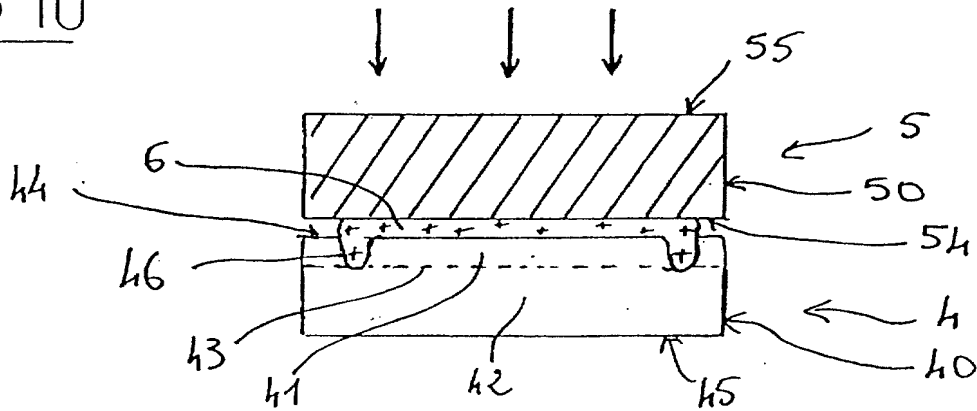
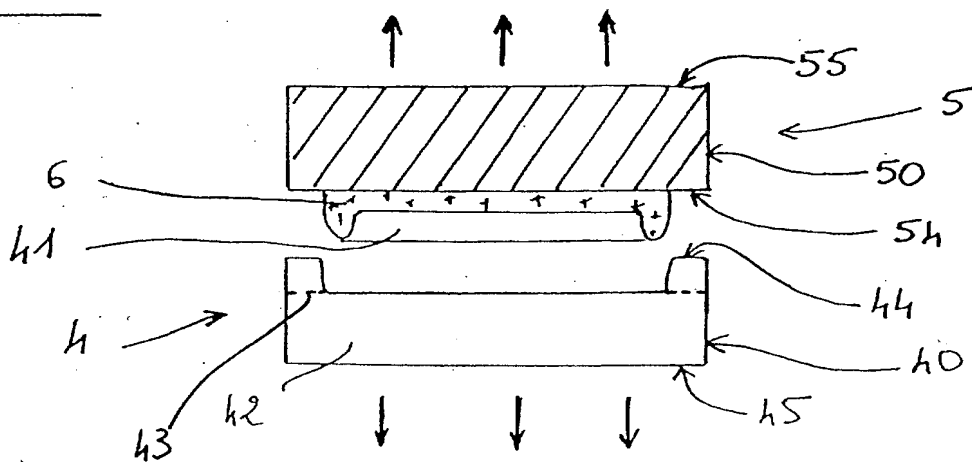


FIG.11



3 / 4

FIG. 8

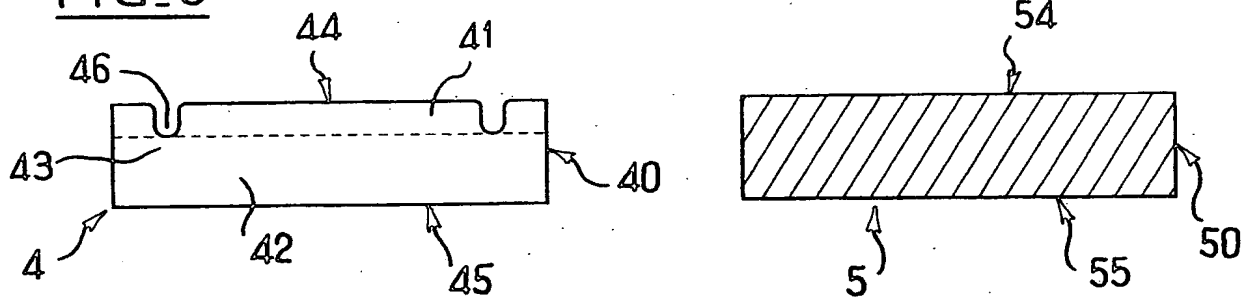


FIG. 9

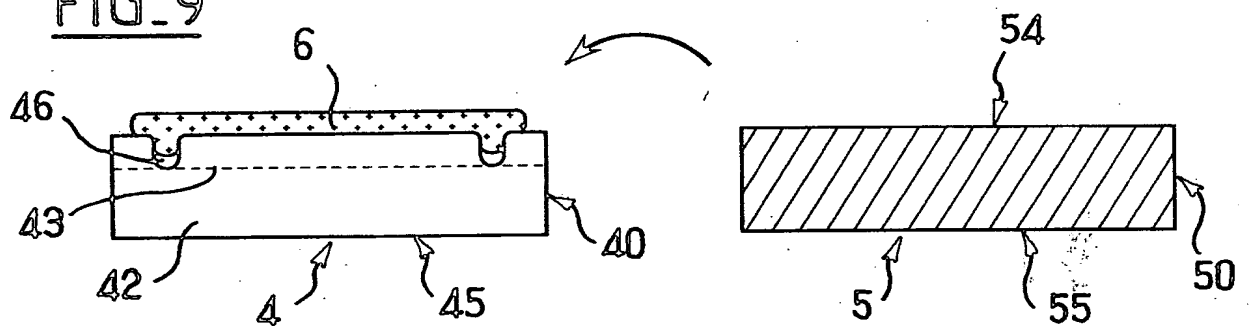


FIG. 10

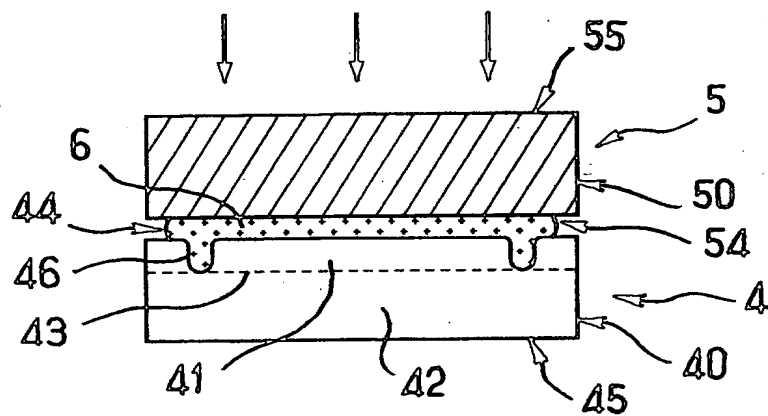
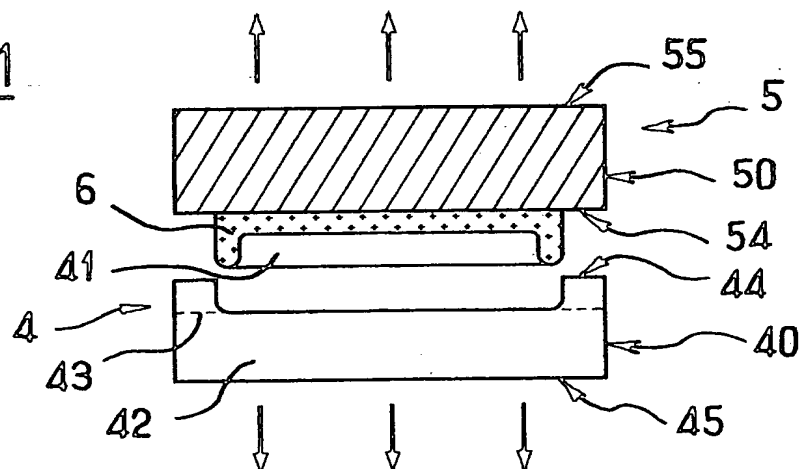


FIG. 11



4/4

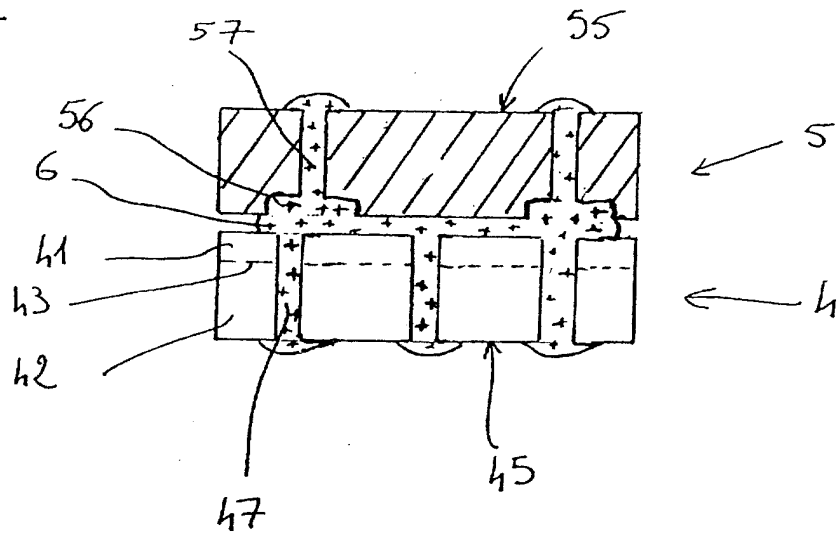
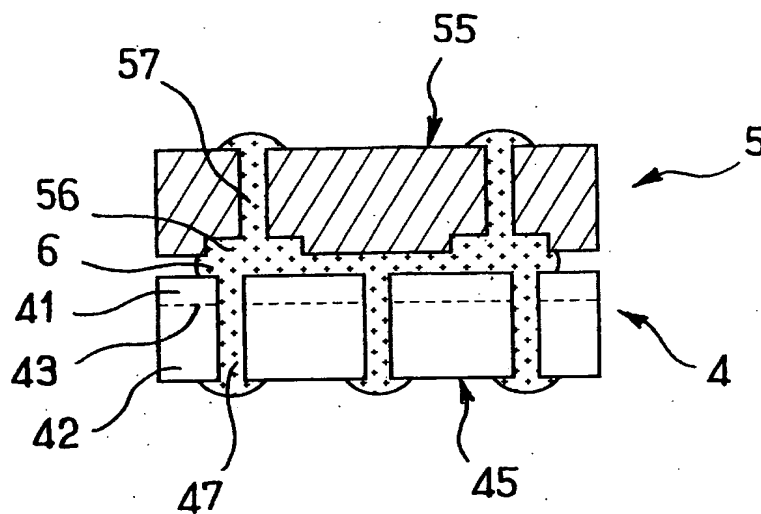
FIG.12

FIG. 12



**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**DÉPARTEMENT DES BREVETS**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1.. / 1..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

<b>V s références pour ce dossier (facultatif)</b>		239764/D.20182R
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		0209018
<b>TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>		
"Procédé de transfert de couche"		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<b>1</b>	<b>Nom</b>	ASPAR
	<b>Prénoms</b>	Bernard
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	110, Lotissement Le Hameau des Ayes
	<b>Code postal et ville</b>	3 8 1 4 0 RIVES
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<b>2</b>	<b>Nom</b>	BRESSOT
	<b>Prénoms</b>	Séverine
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	Le Bourg
	<b>Code postal et ville</b>	3 8 2 1 0 LA RIVIERE
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
<b>3</b>	<b>Nom</b>	RAYSSAC
	<b>Prénoms</b>	Olivier
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	7, Chemin du Chapitre
	<b>Code postal et ville</b>	3 8 1 0 0 GRENOBLE
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> <b>(Nom et qualité du signataire)</b>		
BRANGER Jean-Yves Mandataire CPI N° 92-4010 		